

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-157741

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)7月17日

F 02 D 45/00
F 02 P 5/15B-8011-3G
A-7813-3G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全10頁)

⑮ 発明の名称 吸入空気量検出装置

⑯ 特 願 昭59-275530

⑰ 出 願 昭59(1984)12月28日

⑱ 発 明 者	岡 野 博 志	豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
⑱ 発 明 者	河 合 志 郎	豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
⑱ 発 明 者	井 伊 明	豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
⑲ 出 願 人	トヨタ自動車株式会社	豊田市トヨタ町1番地	
⑳ 代 理 人	弁理士 足 立 勉		

明 細 書

1 発明の名称

吸入空気量検出装置

2 特許請求の範囲

1 各気筒の吸気管ごとにスロットル弁を有する内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出装置において、

前記内燃機関の気筒数よりも少ない数の気筒についての各スロットル弁下流側に設けられ、該吸気管が吸気を実行しているとき及び吸気を実行していないときのそれぞれに同期して吸気管内圧力を検出する吸気管圧力検出手段と、

前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、

前記スロットル弁の開度を検出するスロットル開度検出手段と、

前記吸気管圧力検出手段の検出結果と前記回転数検出手段の検出結果及び前記スロットル開度検出手段の検出結果から前記内燃機関の大気圧補正後の吸入空気量を算出する吸入空気量算出手段と、

を備えることを特徴とする吸入空気量検出装置。

2 前記吸入空気量算出手段が前記吸気管圧力検出手段の吸気を実行しているときに同期した検出の結果と前記回転数検出手段の検出結果とから基準となる吸入空気量を算出する基準吸入空気量算出部と、

前記スロットル開度検出手段の検出結果と前記回転数検出手段の検出結果とから吸入空気量の増減値を算出する吸入空気量増減算出部と、

前記基準吸入空気量算出部の算出結果及び前記吸入空気量増減算出部の算出結果を前記吸気管圧力検出手段の吸気を実行していないときに同期した検出の結果に基づいて補正する大気圧補正部と、
該大気圧補正部により補正された基準吸入空気量と吸入空気量の増減値より前記内燃機関の吸入空気量を算出する吸入空気量算出部とからなる特許請求の範囲第1項記載の吸入空気量検出装置。

3 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は内燃機関の吸入空気量を検出する吸入

空気量検出装置に関し、特に前記内燃機関が気筒毎の吸気管にスロットル弁を備える、いわゆる独立吸気型内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出装置に関するものである。

〔従来の技術〕

従来より内燃機関に最適量の燃料を供給して所望の空燃比で内燃機関を運転したり、最適点火時期にて燃焼タイミングを制御しているが、通常は多気筒の内燃機関の吸入空気量は全気筒の平均値として圧力センサを用いて吸気管負圧を検出した後に算出し、又はエアフロメータにより検出されている。

しかし、近年では内燃機関の運転性能をより向上させ、加速応答性等のレスポンスをより良好とするために内燃機関の各気筒毎にスロットル弁を設ける、いわゆる独立気筒型内燃機関が提案されるに至っており、その内燃機関の制御技術が研究、開発されている。

即ち、独立吸気型内燃機関は各気筒毎にスロットル弁を有するために応答性が良好となることは

ために上記利点を減却するように働くのである。

従って、独立気筒型内燃機関の制御のためにはその吸気管負圧から吸入空気量を正確に検出することがより好ましい技術となるのである。しかし、従来の技術である吸入空気圧を検出するために各気筒に連通管を設けるものは、該連通管を介して気筒間の圧力干渉が新たな問題点として発生することになり、しかも構造が複雑となるためコスト的にも問題があった。

本発明は上記問題点を解決するためになされたもので、独立気筒型内燃機関においても、その独立気筒型の有する特徴を生かしつつ、構造が簡単で、しかも大気圧の影響までもを加味して正確に内燃機関の吸入空気量を検出することのできる優れた吸入空気量検出装置を提供することを目的としている。

〔問題点を解決するための手段〕

各気筒の吸気管Iごとにスロットル弁Tを有する内燃機関EGの吸入空気量を検出する吸入空気量検出装置において、

もちろん、気筒間の圧力干渉がなくなり一箇効率良く内燃機関を運転することが可能となるのである。その反面、各気筒の吸入空気量を検出するためには気筒毎にエアフロメータや圧力センサ等を備える必要があり、構造が複雑となっていた。

そこで、独立気筒型内燃機関の制御のために吸入空気量を検出する装置としてはスロットルバルブの上流で各吸気筒が集合したところにエアフロメータを備えるようにした構造の簡単なエアフロメータ方式が主流であり、また吸気管圧力を検出する方式のものとしては各気筒に通じる連通管を新たに設け、平均化された圧力を検出するものが提案されている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら上記技術も以下のごとき問題点を有しており未だに充分なものではなかった。

即ち、独立気筒型内燃機関の最大の利点として、レスポンスの向上が挙げられるのであるが、各吸気管の集合部にエアフロメータを設けるものは該エアフロメータが吸入空気の抵抗として作用する

前記内燃機関EGの気筒数よりも少ない数の気筒についての各スロットル弁T下流側に設けられ、該吸気管Iが吸気を実行しているとき及び吸気を実行していないときのそれぞれに同期して吸気管内圧力を検出する吸気管圧力検出手段M1と、

前記内燃機関EGの回転数を検出する回転数検出手段M2と、

前記スロットル弁Tの開度を検出するスロットル開度検出手段M3と、

前記吸気管圧力検出手段M1の検出結果と前記回転数検出手段M2の検出結果及び前記スロットル開度検出手段M3の検出結果から前記内燃機関EGの大気圧補正後の吸入空気量を算出する吸入空気量算出手段M4と、

を備えることを特徴とする吸入空気量検出装置をその要旨としている。

本発明における吸気管圧力検出手段M1とは、該検出手段の備えられる気筒が吸入行程にあるとき及び吸入行程以外のときの少なくとも2回吸気管Iの圧力を検出する。例えば内燃機関EGのク

ランク角に同期して通常の内燃機関に備えられる吸気圧センサの出力を検出するように構成すればよい。内燃機関EGが常に一定回転数等の特殊な条件下では所定時間毎に吸気圧センサの出力を取り込む構成としても充分である。

また、回転数検出手段M2とは前記内燃機関EGの回転数を検出するものである。これは例えば、従来より内燃機関EGに備えられるクランク角度検出手段の単位時間当たりの出力数を算出することにより簡単に構成される。更に、上記吸気管圧力検出手段M1の検出同期を取るための一例で示した所定クランク角もこの回転数検出手段M2と従来より内燃機関EGに備えられる気筒判別センサにより簡単に検出されることになる。

スロットル開度検出手段M3は、各気筒の吸気管1に備えられるスロットル弁Tの開度を検出するものである。スロットル弁Tが全て独立に制御され、その開度が独立であれば各スロットル弁T毎の開度を検出し、全スロットル弁Tが連動するものであればその中の1つのスロットル開度のみ

から吸入空気量を算出しており、また吸気行程以外のときの吸気管圧力が大気圧と等しくなることから、そのときの吸気管圧力を検出して前記算出した吸入空気量を大気圧補正することが知られている。また、本発明の内燃機関EGは独立吸気型の内燃機関であり、吸気管圧力検出手段M1は一つの気筒のみに設けられているものである。従って、上記従来の技術によって一つの気筒が吸入行程時である瞬時の大気圧補正を施した吸入空気量を算出することは可能となる。

しかし、内燃機関EGの吸入空気量を知ることは内燃機関EGの燃料噴射量や点火時期等を制御する上で必要であり、単に1サイクル内の瞬間だけ知のみでは不十分である。

そこで、本発明の吸入空気量算出手段M4は更にスロットル開度検出手段M3の検出結果をも考慮しているのである。スロットル開度及び回転数の変動が既知であれば、この2つの変動値から内燃機関EGの吸入空気量の変動値を算出することが可能である。よって、吸入空気量算出手段M4

を検出するものでよい。

吸入空気量算出手段M4は、上記吸気管圧力検出手段M1、回転数検出手段M2及びスロットル開度検出手段M3の検出結果から大気圧補正をした内燃機関EGの吸入空気量を算出する。従って例えば上記3つの手段の検出結果を入力するハード的な演算回路を構成するもの、あるいは該ハード的な演算回路をマイクロコンピュータ等の演算装置によってソフト的に構成するもの若しくは演算速度を高めるためにマップを予め用意しておき該マップを検索する構成とする等種々の構成が可能である。

〔作用〕

即ち、上記構成の本発明の吸入空気量検出装置とは、独立吸気型の内燃機関EGに設けられた吸気管圧力検出手段M1、回転数検出手段M2及びスロットル開度検出手段M3との検出結果から吸入空気量算出手段M4が大気圧補正を行った吸入空気量を算出するのである。

従来より、吸気行程中の吸気管圧力と回転数と

は瞬時の実測される吸入空気量を基準とし、該瞬時以外の時点にかかる吸入空気量は、スロットル開度検出手段M3の検出結果を用いて吸入空気量の増減を算出することで常時吸入空気量の算出が可能とするのである。

以下、本発明をより具体的に説明するために実施例を挙げて詳述する。

〔実施例〕

第2図は、実施例の吸入空気量検出装置が搭載される4気筒独立吸気型内燃機関の制御システムの概略図である。

図において、10は4気筒エンジンを示しており、各気筒の吸気管11には図示しないアクセルペダルに連動するスロットル弁12及び図示しないフューエルタンクに連通し、吸気管に向けて燃料を噴射する燃料噴射弁13が設けられている。気筒は図面上部より第1気筒、第2気筒、第3気筒、第4気筒の順に配置されている。また、各気筒毎に備えられる点火プラグ14はディストリビュータ15により適宜高電圧を供給され、点火時

開度を決定している。16はスロットル弁12の開度を検出するスロットル開度センサでスロットル弁12の開度に比例したアナログ出力を出力する。本実施例においては第1気筒の吸気管11のスロットル弁12下流側に、吸気管負圧を検出する圧力センサからなる吸気圧センサ17が設けられている。また、18は内燃機関10の冷却水温を検出する水温センサ、19は内燃機関10の排気中の酸素濃度を検出する酸素センサ、20は吸入空気温を検出する吸気温センサを表わしている。

これらの各種センサ出力や各種機器の作動状態は電子制御装置30で集中的に処理されている。電子制御装置30は図示のごとくマイクロコンピュータを中心とする論理演算回路によって構成されるもので、車載用のバッテリー21からキースイッチ22を介して電力供給を受けて作動する。31はコンピュータの中心部で、各種演算を実行するCPUであり、ROM32内に格納されている後述する制御プログラムやマップに応じて処理を行う。33はデータの一時的記憶を行うRAMで

ある。34は前記した各種センサ、スロットル開度センサ16、吸気圧センサ17、水温センサ18、酸素センサ19及び吸気温センサ20からの出力、及びディストリビュータ15からの気筒判別信号、クランク角の回転角に応じた回転角信号を入力する入力ポートで、A/D変換器や波形整形器等を含み、CPU31に必要な情報を適宜出力する。35は出力ポートであり、各気筒の燃料噴射弁13に開弁の時期や時量をCPU31の演算結果に応じて出力し、また点火プラグ14の点火時期を決する信号をディストリビュータ15に出力している。これら電子制御装置30の各構成要素間はデータ及びアドレスバス36により接続されている。

第3図(A)、(B)及び第4図はROM32内に格納されている吸入空気量検出プログラムのフローチャートを表わしている。

第3図(A)及び(B)はセンサの出力を取り込むタイミングを決するためのルーチンのフローチャートを表わしている。

(A)図は、内燃機関10のクランク角に同期してCPU31にて繰り返し実行されるルーチンで吸気圧センサ17の出力を取込む1サイクル(クランク軸2回転)に2回のタイミングを管理している。まず、所定のクランク角となり、CPU31が本ルーチンの処理に入るとステップ100にて吸気管圧力PSを取込むタイミングであるか否かが判断される。PSの取込みタイミングとは、第5図のタイミングチャート(A)図に示すごとく第1気筒のTDCを基準としたクランク角度を横軸にとったとき、吸気圧センサ17が第1気筒の吸気工程中の負圧状況を示す出力を生じているタイミング及び吸気行程以下で吸気管圧力が大気圧と等しくなっているタイミングのことである。従って、第5図(A)のタイミングチャートからも明らかなごとく実線で示している第1気筒の吸気管負圧が大きく窪む変化を生じている期間(約0°CA~360°CA)及び一定値を出力し続ける期間(約360°CA~720°CA)の任意の時点、本実施例では約160°CA及び

680°CAでセンサの出力PSの取込みが開始されるのである。本ステップ100にて内燃機関10のクランク角が約160°CA又は680°CAであると判断されれば次のステップ110にて吸気圧センサ17の出力のA/D変換処理が開始され、吸気圧センサ17の出力を入力ポート34においてA/D変換し、その値PSAD1(160°CA時のPS値)、PSAD2(680°CA時のPS値)(第5図(B)、(C))を一時的にバッファに記憶する等の一連の処理が開始される。また、クランク角度が約160°CA又は680°CA以外であれば上記の如きステップ110の処理が開始されることなく本ルーチンを終了して他のルーチンが実行される。

第3図(B)は、CPU31にて所定時間を経過する毎に繰り返し処理されるスロットル開度センサ16の出力(TA)の取り込み処理のルーチンを表わしている。まず本ルーチンへCPU31の処理が移るとステップ200にて前回本ルーチンを処理した後に所定時間(T[ms])を経過

したか否かが判断される。そして、 $T[m s]$ を経過していると判断されたときのみステップ210が処理され、それ以外であれば本ルーチンを終了する。このステップ210がスロットル開度センサ16の出力TAをA/D変換し、その値(TAAD)を所定アドレスへ格納する一連の処理の開始を制御しているのであり、TAADの取り込みが開始される。第5図(E)がこのスロットル開度センサTAの出力取り込みのタイミングチャートである。図示のごとく、所定周期 $T[m s]$ 毎にTAをA/D変換した値TAADの取り込みを実行している。この所定周期 $T[m s]$ は前記吸気管負圧のA/D変換値PSADが取り込まれる期間よりは小さな値であり、PSADの取り込み頻度よりは高い頻度でTAADの取り込みがなされている。

第4図は本実施例のメインルーチンを表わしており、内燃機関10の吸入空気量Qを算出する。本ルーチンはCPU31にて所定時間毎に繰り返し実行されているものである。本ルーチンの処理

明する。ステップ310で算出されたPSAD値は吸入空気の負圧状況を示す値であるとし変数PSAD1に設定され(ステップ330)、その値PSAD1と内燃機関10の回転数NEとから吸入空気量QPMが算出される(ステップ340)。この算出は従来の吸入空気量Qの算出と何ら変わるものではなく、CPU31による演算により、又は予めROM32内に用意されるマップの検索により得られる。このようにして得られた吸入空気量QPMは続くステップ350で大気圧補正係数KPMが乗算され、基準吸入空気量QPMCが算出されるのである。一方、この基準吸入空気量QPMCを算出する際に使用された大気圧補正係数KPM及び後述するスロットル開度TAに基づき算出される吸入空気増減量QTAの大気圧補正係数KTAの算出を実行するのがステップ360、ステップ370である。まずステップ360ではステップ310にて算出されたPSAD値が変数PSAD2に設定され、続くステップ370にて2つの大気圧補正係数KPM、KTAが算出され

にCPU31が入るとまずステップ300にて吸気圧センサ17の出力PSのA/D変換(前述のステップ110で開始された一連の処理)が終了しており、最新のPS値の取込みがなされているか否かの判断がなされる。本ステップにて最新のPSのA/D変換が終了していないと判断すれば後述するステップ380へと処理は進み、A/D変換が終了していれば次のステップ310が処理される。ステップ310では吸気圧センサ17の出力PSのA/D変換値PSADがCPU31内で算出される。そして、このA/D変換値PSAD値がクランク角の $160^{\circ}CA$ 又は $68.0^{\circ}CA$ のいずれかに同期して検出したもののかの判断がなされ(ステップ320)、 $160^{\circ}CA$ 時のデータであればステップ330～ステップ350の処理により基準となる吸入空気量QPMCが算出され、 $68.0^{\circ}CA$ 時のデータであればステップ360、ステップ370の処理により後述するQPM、QTAの大気圧補正係数KPM、KTAの算出がなされる。まずQPMCの算出について説

るのである。この2つの大気圧補正係数KPM、KTAもCPU31の演算により、又はROM32内に用意されるそれぞれのマップの検索により求められる。大気圧力が変化すると同一の吸気管圧力又はスロットル開度の下でも吸入空気量は変化する。従って、この変化の程度を予め数式化することによりCPU31の演算にて、あるいはマップとして用意することによりその検索を実行することでこの変化を補正するのである。

このようにしてQPMC又はKPM、KTAが求められると次いでステップ380が実行される。ここでは前述のステップ300と同様な処理が実行され、第3図(B)のステップ210におけるスロットル開度TAの取込み処理が終了し、最新のTA値が得られているか否かを判断し、終了していなければ後述するステップ450が実行され、終了しているときのみステップ390～ステップ440の一連の処理が実行される。このステップ390～ステップ440の処理が前述のステップ350で算出された基準吸入空気量QPMCの増

減値 ΔQTA を算出するための処理を示している。
 まず、ステップ390ではスロットル開度TAのAD変換値TAADが算出され、CPU31の処理に供される。そして、この値TAADと内燃機関10の回転数NEとからスロットル開度TAから算出される吸入空気量QTAが算出される(ステップ400)。このQTAの算出も前述のQPM同様直接演算する処理にて、又はマップの検索にて行われる。続くステップ410では前記ステップ370で算出された最新の大気圧検出結果(PSAD2)より得られた補正係数KTAとこのQTAとが乗算され、大気圧補正をしたスロットル開度TAより求められる吸入空気量QTACが算出される。次のステップ420ではステップ390で算出したTAADがPSAD1のA/D変換を実行する直前のタイミング、即ちクランク角度 $160^\circ CA$ 直前のタイミングのものであるか否かを判断する。第5図(B)及び(E)に示すようにPSAD1はクランク角度で $720^\circ CA$ 毎に、TAADは所定の時間T[msec]毎に算

出されているものであり、かつ常にTAADの算出頻度はPSADの算出頻度よりも高く設定されるものである。従って、PSAD1の算出タイミングの極めて近傍(小さな時間差内)において必ずTAADの算出が実行されているのである。そこで本ステップではそのPSAD1のタイミングの直前タイミングのTAADによりQTACが算出されたか否かを判断するのである。そしてこのQTACがPSAD1の直前タイミングのものであるときのみステップ430が実行され、QTACの値が変数QTABに設定され、それ以外であればステップ440へと進む。このQTACとQTABとの関係を示したものが第5図(E)である。

ステップ440は、吸入空気量の増減値 ΔQTA を算出するためのステップであり、最も新しいQTACの値及びQTABの値から次式によって ΔQTA を算出する。

$$\Delta QTA = QTAC - QTAB$$

QTABは前述のようにQPMC算出時の直前

に算出されたものであり、このスロットル開度TAの吸入空気量に及ぼす影響(QTAB)は既にQPMCの値に反映されている。しかし、このQPMC算出時点よりスロットル弁12が開閉制御されると当然に吸入空気量や回転数NEも変化するが、このときの吸入空気量の変化は次の所定クランク角($160^\circ CA$)までは算出することができない。そこで、この吸入空気量の検出不可能な時間内に内燃機関10の吸入空気量の情報が必要になると、その時のスロットル開度TA及び回転数NEから算出されたQTACとQTABとの差、即ち、QPMC算出時点から比べてどれだけスロットル開度TAや回転数NEの変化に基づく吸入空気量の変化があるかを算出するのである。そしてこの値(ΔQTA)をQPMCと加算する(ステップ450)ことで内燃機関10の吸入空気量Q(第5図(F))を算出するのである。第5図(E)の斜線部分がこのスロットル開度TA及び回転数NEに基づく吸入空気量の補正幅(ΔQTA)を表わしている。このようにして算

出された吸入空気量Qは次に各種の既存の制御に用いられるのである。例えば内燃機関10の空燃比を所望の値に保つための燃料噴射量の算出や、内燃機関10の出力トルクやエミッションの制御のための点火時期算出等に幅広く用いることができる。

第6図は本実施例の吸入空気量検出装置で検出された吸入空気量Qを用いて、内燃機関10の点火時期を決定する応用例を示したものである。第6図はその点火時期決定のためのフローチャートである。

第6図の点火進角演算ルーチンとは内燃機関10の制御を実行するメインルーチンの一部として又は独立したルーチンとして繰り返し実行されるもので、各気筒の点火時期をどれほどにしたとき、最良の内燃機関作動が確保できるものかを演算する。

まずステップ500にて現在点火時期を演算すべき時期であるか否かを判断する。内燃機関10のいずれかの気筒が点火を必要とする時期に近づ

いているか否かをクランク角度等から判断するのである。そして、点火時期演算時期であると判断されたときのみステップ510～ステップ530の処理を実行し、それ以外であれば本ルーチンを終了する。ステップ510では内燃機関10の現在の回転数NE、吸入空気量Qの検出が実行される。点火時期を演算するために必要な内燃機関10の作動状況を検出するのである。ここで回転数NEはディストリビュータ15からの回転角信号により常時検出可能であり、吸入空気量Qは前述した実施例の演算結果が用いられる。従って、本ルーチンの実行の直前に実施例の第4図に示したルーチンが実行されており、内燃機関10の吸入空気量Qが求められているのである。次いでステップ520では上記NE、Qの2つの値から公知の図示しない点火時期算出のためのマップが検索されて点火時期が算出される。その後ステップ530でそのマップ検索結果がRAM33内に格納され、図示しない点火実行ルーチンによってそのRAM33内の情報に応じて点火が行われるので

開度検出手段と、

前記吸気管圧力検出手段の検出結果と前記回転数検出手段の検出結果及び前記スロットル開度検出手段の検出結果から前記内燃機関の大気圧補正後の吸入空気量を算出する吸入空気量算出手段と、を備えることを特徴とするものである。

従って、独立気筒型内燃機関の吸入空気量を簡単な構造で、低コストの装置であるにも拘らず、大気圧補正までも行って常に正確に検出することが可能となるのである。しかも、その検出にはエアフロメータ等の吸入空気の抵抗となるような装置を一切利用していないため独立気筒型内燃機関の特性を充分に発揮させることができ、各気筒間の圧力干渉等もなく極めて優れて吸入空気量検出装置となるのである。

4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の基本的構成図、第2図は実施例の概略構成図、第3図(A)、(B)及び第4図はその制御フローチャート、第5図はそのタイミングチャート、第6図は実施例で求められた吸

ある。

このように、前述の実施例において算出された吸入空気量Qは従来より内燃機関10の制御のパラメータとしての吸入空気量と何ら変わるものではなく、既存の全ての制御のパラメータとして広く利用できるものである。

[発明の効果]

以上実施例及び応用例を挙げて詳述したように、本発明の吸入空気量検出装置は、

各気筒の吸気管ごとにスロットル弁を有する内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出装置において、

前記内燃機関の気筒数よりも少ない数の気筒についての各スロットル弁下流側に設けられ、該吸気管が吸気を実行しているとき及び吸気を実行していないときのそれぞれに同期して吸気管内圧力を検出する吸気管圧力検出手段と、

前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、

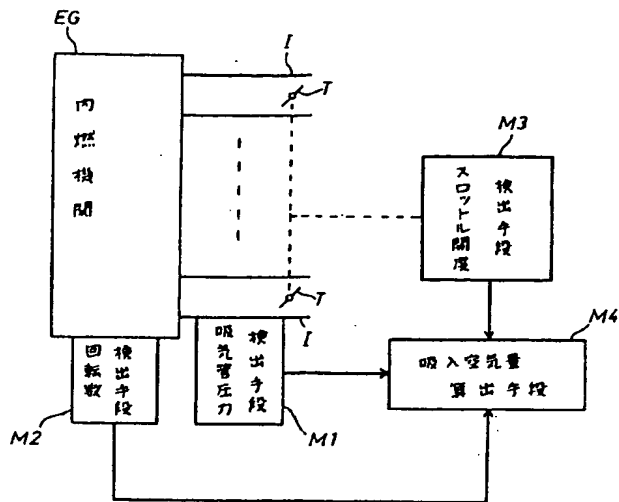
前記スロットル弁の開度を検出するスロットル

入空気量の応用例を示す。

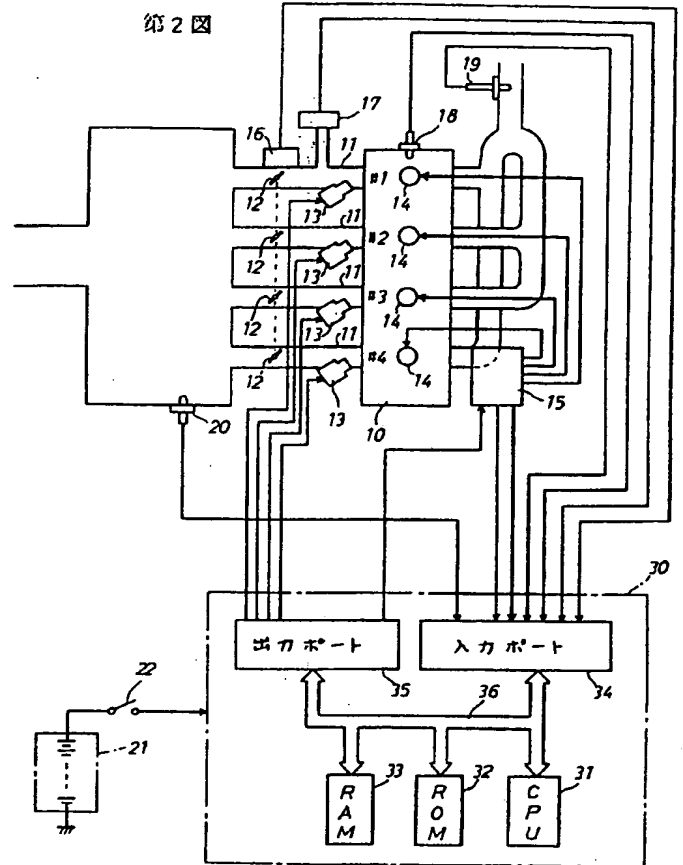
- M1…吸気管圧力検出手段
- M2…回転数検出手段
- M3…スロットル開度検出手段
- M4…吸入空気量算出手段
- 12…スロットル弁
- 16…スロットル開度センサ
- 17…吸気圧センサ
- 14…点火プラグ

代理人 弁理士 足立 勉

第1図

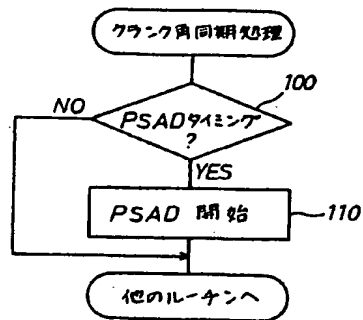


第2図

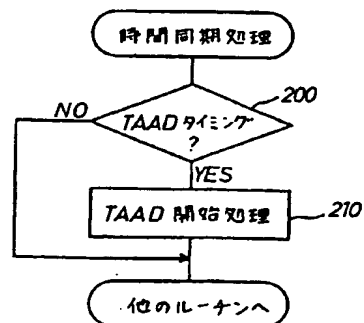


第3図

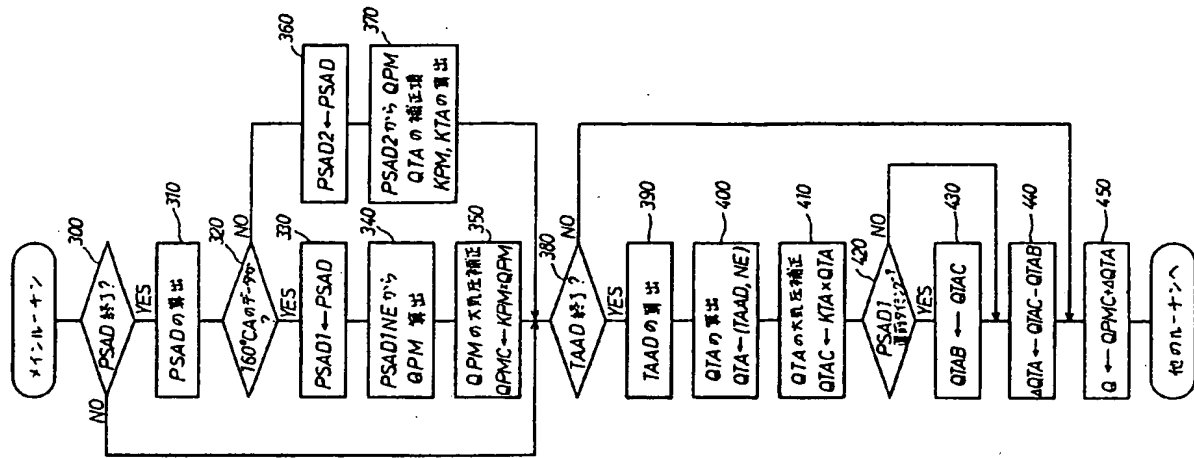
(A)



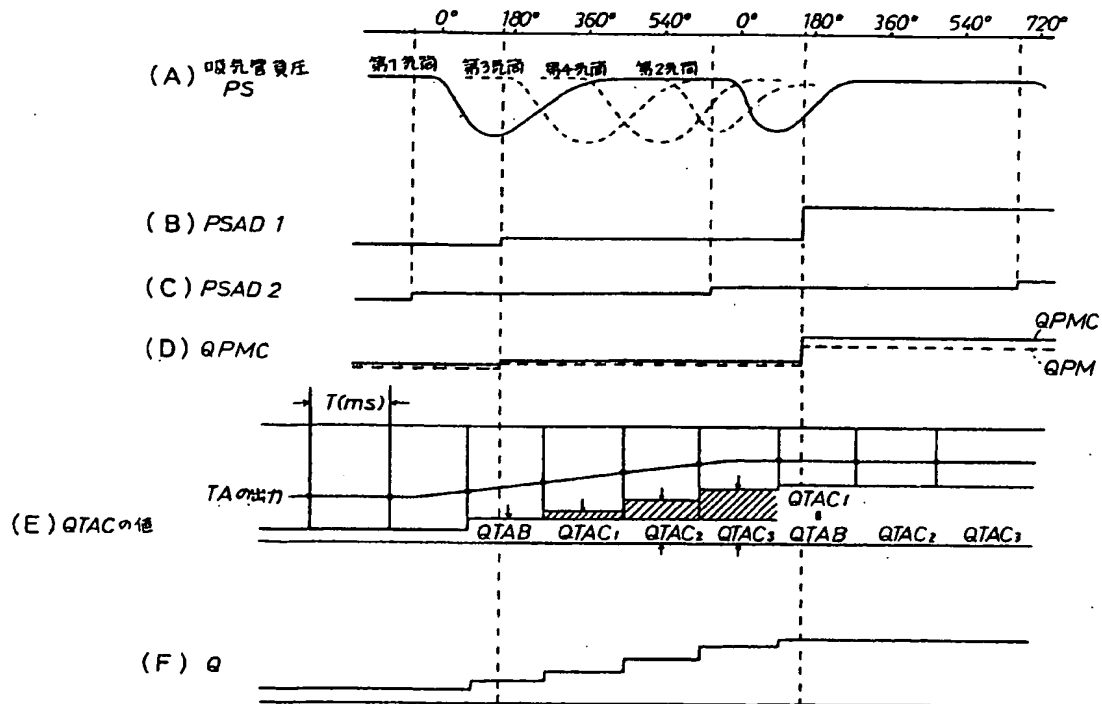
(B)



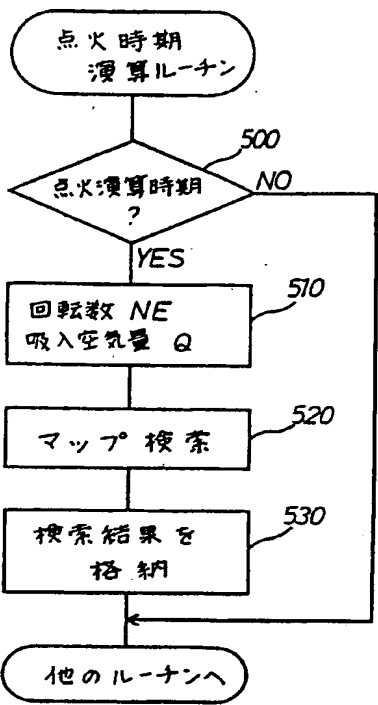
第4図



第5図



第6図



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**